

KAISERLICHES



PATENTAMT.

## PATENTSCHRIFT

— № 245358 —

KLASSE 21 a. GRUPPE 66.

AUSGEBEN DEN 9. APRIL 1912.

ROBERTO CLEMENS GALLETTI IN ROM.

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung ununterbrochener Wellenzüge  
mittels primärer Funkenkreise.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 18. März 1910 ab.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung andauernder, ununterbrochener Wellenzüge mittels primärer Funkenentladungen.

5 Das wesentliche Merkmal der Erfindung besteht darin, daß die zur Erzeugung der Funken dienenden Schwingungskreise über parallel geschaltete Widerstände und Funkenstrecken ununterbrochen aufeinanderfolgend  
10 erregt werden, so daß sie in der Sekundärleitung einen ununterbrochenen Wellenstrom induzieren. Hierbei ist außer den für jeden einzelnen Schwingungskreis vorgesehenen Kapazitäten (Kondensatoren) ein allen gemeinsamer Kondensator vorgesehen, mit Hilfe  
15 dessen es erreicht wird, daß immer nur eine Funkenstrecke zur Wirkung kommt. Zu diesem Zwecke wird dieser gemeinsame Kondensator im Gegensatz zu den Kondensatoren  
20 der einzelnen Schwingungskreise über sämtliche parallel geschaltete Widerstände gleichzeitig geladen, so daß die Ladung immer wieder sehr schnell erfolgt, während die Schwingungskreise der einzelnen Funkenstrecken immer nur über den zugehörigen  
25 Widerstand geladen werden, so daß deren Ladung wesentlich langsamer geschieht und die Funken zwischen den Funkenstrecken der einzelnen Schwingungskreise nicht gleichzeitig überspringen können, sondern in einer gewissen Reihenfolge, die dadurch bedingt ist,  
30 wie lange der mit der betreffenden Funkenstrecke in Verbindung stehende Kondensator geladen worden ist.

35 Auf der Zeichnung sind die Einrichtungen

zur Ausführung dieses Verfahrens schematisch dargestellt.

Fig. 1 zeigt, wie eine Reihe primärer Funken eine im Sekundärkreise vorgesehene und zur Abgabe der durch die Funken erzeugten  
40 Schwingungsenergie in den Raum dienende Luftleitung induzieren kann. Die Einrichtung besteht aus einer Anzahl gleich großer Kapazitäten (Kondensatoren)  $c_1, c_2, c_3 \dots c_n$  und einer Kapazität  $c_0$ , welche gleich groß wie die  
45 übrigen oder auch in der Größe von ihnen verschieden sein kann. Diese haben eine gemeinschaftliche Belegung C. Eine als Primärwicklung eines Transformators dienende Spule L ist mit einem Ende an die freie Belegung der  
50 Kapazität  $c_0$  angeschlossen und ebenfalls der Leiter M der Hochspannungsgleichstrommaschine D, und das andere Ende der Spule L ist durch die Funkenstrecken  $s_1, s_2, s_3, s_n$  mit  
den Kapazitäten  $c_1, c_2, c_3 \dots c_n$  verbunden, 55 und diese sind durch gleich große Widerstände  $r_1, r_2, r_3 \dots r_n$  und den Leiter N an den anderen Pol der Dynamomaschine angeschlossen.

Der sekundäre Schwingungskreis besteht aus einer an Erde gelegenen Luftleitung A und  
60 einer um L gewundenen Wicklung L', welche durch alle in den primären Schwingungskreisen erzeugten Schwingungen induziert wird. Diese Primärkreise sind:  $c_0, L, s_1, e_1, C$ ;  $c_0, L, s_2, c_2, C$ ;  $c_0, L, s_3, c_3, C$ ;  $\dots c_0, L, s_n, c_n, C$ . Die  
65 Funkenstrecke S, welche an irgendeiner Stelle zwischen Luftleitung und Erde angeordnet ist, erlaubt, die einzelnen Wellenzüge zu beobachten, welche in der Sekundärleitung durch die primären Funken hervorgerufen werden, da 70

jeder induzierte Wellenzug in  $S$  einen Funken hervorbringt.

Betrachtet man jede Funkenstrecke  $s_1, s_2, \dots, s_n$  für sich selbst, so findet man, daß die Frequenz der Funken für jede Strecke eine bestimmte ist. Diese Frequenz ist erkenntlich an der Höhe des Tones, welchen die Funken geben, und eine Funktion der virtuellen Längen der Funkenstrecken, der Größe der Widerstände, der Kapazität, des Dämpfungskoeffizienten, des Schwingungskreises usw. Alle diese Faktoren sind möglichst gleichwertig für jede Funkenstrecke, und die Kapazität  $c_0$  kann ebenfalls gleich den Kapazitäten  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$  oder verschieden davon sein. Die Widerstände  $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$  sind am besten induktiv gewählt, um starke Stromschwankungen zu vermeiden und um die Dynamomaschine vor Schwingungen zu schützen.

Es hat sich gezeigt, daß, wenn bei dieser Einrichtung  $c_0$  gegenüber  $c_1, c_2, \dots, c_n$  nicht zu groß gewählt wird, die Entladungen nacheinander über alle Funkenstrecken stattfinden. Die Reihenfolge der primären Funken findet sich von selbst, und die Kreise dieser Entladungen beginnen von neuem, endlos in regelmäßigen Zeitintervallen, so daß die gemeinschaftliche Induktion der primären Schwingungskreise in  $L$  und die sekundären Wellenzüge in der Luftleitung  $A$  in bestimmten Zeitintervallen aufeinanderfolgen, welche ein Vielfaches der Frequenz der Entladungen in jeder Funkenstrecke und der Anzahl der Funkenstrecken ist. Man kann sich von dieser Tatsache überzeugen, indem man in  $S$  einen Funken von der Luftleitung nimmt. Derselbe gibt einen musikalischen Ton, dessen Schwingungszahl gleich dem Produkt der durch jede Funkenstrecke erzeugten Schallwellen und der Anzahl der Funkenstrecken ist. Dieses Resultat wurde beobachtet an einem Tone, welcher einigen hundert Funken in  $S$  entspricht, bis zur oberen Gehörgrenze.

Die selbsttätige, gegenseitige Beeinflussung der aufeinanderfolgenden Funken der verschiedenen Strecken, welche stattfinden muß, um die zur Erzeugung eines musikalischen Tones nötige Präzision in der Aufeinanderfolge der Funken zu erhalten, erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, daß die Potentialdifferenz an jeder Funkenstrecke eine Summe der Spannung von  $c_0$  und der mit dieser Funkenstrecke verbundenen Kapazität ist.

Es möge angenommen werden, daß bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung nur die drei Funkenkreise  $s_1, s_2$  und  $s_3$  vorhanden seien und ihnen allen zusammen Strom zugeführt wird. Obwohl diese Funkenkreise als gleichartig anzunehmen sind, muß dennoch einer von ihnen zuerst zur Entladung kommen, z. B.  $s_1, L, c_0, c_1$ , und der bei  $s_1$  überspringende Funke wird

verhindern, daß bei  $s_2, s_3$ , selbst, wenn dort Funken überzuspringen im Begriff wären, Funken überspringen, weil in jedem Augenblick die Potentialdifferenz an irgendeiner der Funkenstrecken  $s_1, s_2, s_3$  gleich der Summe der Potentialdifferenzen der darüber geschalteten Kondensatoren ist. Drückt man durch  $s_1, s_2, s_3$  die Potentialdifferenzen an den Funkenstrecken durch  $c_0, c_1, c_2, c_3$  die Potentialdifferenzen der Kondensatoren aus, so erhält man die folgenden Gleichungen:

$$s_1 = c_0 + c_1$$

$$s_2 = c_0 + c_2$$

$$s_3 = c_0 + c_3$$

75

Der bei  $s_1$  überspringende Funke hebt, wenn nicht die ganze Potentialdifferenz von  $s_1$ , so doch wenigstens zum großen Teile auf, und damit auch die Potentialdifferenz von  $c_0 + c_1$ . Dieser Spannungsabfall verteilt sich nach einem bestimmten Verhältnis zwischen  $c_0$  und  $c_1$ . Das Überspringen des Funkens bei  $s_1$  verursacht daher einen Spannungsabfall von  $c_0$  und demzufolge auch eine Abnahme der Potentialdifferenzen von  $s_2$  und  $s_3$ , so daß an diesen Funkenstrecken  $s_2$  und  $s_3$  keine Funken überspringen können.

Sobald bei  $s_1$  der Funke übersprungen ist, wird der Kondensator  $c_0$  sehr schnell über die drei parallel geschalteten Widerstände  $R_1, R_2, R_3$  wieder geladen, während der Kondensator  $c_1$  über den Widerstand  $R_1$  allein viel langsamer als der Kondensator  $c_0$  wieder geladen wird. Die Kondensatoren  $c_2$  und  $c_3$  sind nicht entladen worden, und daher wird nun entweder bei  $s_2$  oder  $s_3$  ein Funke überspringen, sobald die Spannung des Kondensators  $c_0$  so viel zugenommen hat, daß sie zusammen mit der Potentialdifferenz des Kondensators  $c_2$  oder  $c_3$  die Entladespannung von 20000 Volt erreicht. Es möge angenommen werden, daß nunmehr bei  $s_2$  ein Funke überspringt. Während dieses Vorganges kann weder bei  $s_1$  noch bei  $s_3$  ein Funke überspringen, weil die Spannung des Kondensators  $c_0$  gefallen ist.

Nach dem Übergang des Funkens bei  $s_2$  wird der Kondensator  $c_0$  über die drei parallel geschalteten Widerstände  $R_1, R_2, R_3$  schnell wieder geladen, während der Kondensator  $c_1$  über den Widerstand  $R_1$  und der Kondensator  $c_2$  weniger schnell über den Widerstand  $R_2$  geladen wird.

Der Kondensator  $c_3$  ist bisher nicht entladen worden und besitzt daher seine volle Spannung. Daher muß nun bei  $s_3$  ein Funke überspringen.

Nach dem Übergang des Funkens bei  $s_3$  ist der Kondensator  $c_1$  während der Zeitdauer von zwei Funken, d. h. der Funken bei  $s_2$  und  $s_3$  geladen worden, während der Kondensator  $c_2$  nur während einer Funkendauer, näm-

lich des Funkens bei  $s_3$  geladen worden ist. Aus diesem Grunde ist die Spannung des Kondensators  $c_1$  eine höhere als die des Kondensators  $c_2$ , und die Entladespannung von 20000 Volt wird daher bei  $s_1$  schneller erreicht werden als bei  $s_2$ , so daß nach dem Funkenübergang bei  $s_3$  nunmehr wieder bei  $s_1$  ein Funke überspringen wird. Nach diesem Funken bei  $s_1$  ist der Kondensator  $c_2$  während der Dauer der Funken bei  $s_3$  und  $s_1$  und der Kondensator  $c_3$  nur während einer Funkendauer, nämlich des Funkens bei  $s_1$  geladen worden. Auf den Funken bei  $s_1$  muß daher ein Funke bei  $s_2$  überspringen usw. in der Folge  $s_1, s_2, s_3, s_1, s_2, s_3 \dots$

Diese primären Entladungen induzieren nun in der Sekundärleitung Wellenzüge, wie dies schematisch in Fig. 2 dargestellt ist, in welcher auf einer Zeitachse  $Z$  die durch vier primäre Schwingungskreise  $p_1, p_2, p_3$  und  $p_4$  in einem Sekundärkreis erzeugten Wellenzüge aufgetragen sind. Zwischen Anfang und Ende von zwei aufeinanderfolgenden primären Wellenzügen kann ein Zeitintervall  $t$  sein, oder sie können zeitlich übereinandergreifend stattfinden; es genügt hierzu, die sekundliche Anzahl der Wellen genügend groß und ihren Dämpfungskoeffizienten klein zu wählen. Dieses zeitliche Übereinandergreifen der primären Funken (Wellen) kann in der Praxis durch Anwendung kurz aufeinander folgender und schnell endigender Wellen vermieden werden, oder umgekehrt, die auf die Zeiteinheit kommende Anzahl Funken ist zu beschränken, wenn diese von langer Dauer sind, d. h. ihr Schwingungskreis einen kleinen Dämpfungskoeffizienten hat. Im Falle des Bestehens von Zeitintervallen zwischen primären Funken oder zwischen Funkenkreisen kann der nötige Zusammenhang durch Anbringen einer gemeinschaftlichen Funkenstrecke erhalten werden. Diese Variante ist in Fig. 3 dargestellt. Die Funkenstrecke  $x-y$  ist zwischen der freien Platte der Kapazität  $c_0$  und der Primärinduktion  $L$  angeordnet und mit dieser direkt an den einen Pol der Dynamomaschine angeschlossen. So lange die Entladungen über die Funkenstrecken  $s_1, s_2 \dots s_n$  dauern, wird auch die Strecke  $x-y$  überbrückt. Diese kann leitend angenommen werden. Finden bei dieser Anordnung keine Entladungen mehr statt, so ergibt sich, obschon der Widerstand der Strecke  $x-y$  gering gegenüber demjenigen der Strecken  $s_1, s_2, s_n$  ist, daß trotz der in  $x$  sich ansammelnden, statischen Elektrizitätsmengen durch den direkt durch die Speiseleitung kommenden Strom, welcher die kleine Kapazität von  $x$  in ganz kurzer Zeit zu einer solchen Spannung bringt, daß eine Entladung stattfinden muß, diese nicht über  $x-y$  ihren Verlauf nimmt, sondern über eine der Strecken

$s_1, s_2, \dots s_n$ . Der Grund hierzu liegt darin, daß die freie Platte der Kapazität  $c_0$  und  $y$  vom andern Pol der Maschine durchaus isoliert ist. Für Wechselstrom würde dies natürlich nicht der Fall sein; die kleine Strecke  $x-y$  würde vor den Strecken  $s_1, s_2 \dots s_n$  überbrückt, weil bei dieser Stromart in  $y$  Elektrizitätsmengen induziert würden. Es folgt hieraus, daß kein merkliches Zeitintervall zwischen zwei primären Wellenzügen entstehen kann; denn, wenn  $x-y$  nicht überbrückt und eine dielektrische Zwischenschicht bilden würde, so würde daraus die Isolierung einer sehr kleinen Kapazität in  $x$  folgen und das Potential so gesteigert werden, daß eine Entladung durch eine der Funkenstrecken  $s_1, s_2 \dots s_n$  in sehr kurzer Zeit herbeigeführt würde.

Diese Funktion der Strecke  $x-y$  kann experimentell nachgewiesen werden durch eine Reihe von primären Funken von solcher Anzahl und Dauer, daß zwischen den einzelnen Entladungen Zeitintervalle stattfinden, indem man sich einer Anordnung nach Fig. 1 bedient und hernach die Strecke  $x-y$  einschaltet. Man erhält durch dieses Zwischenschalten sofort die nötige Erhöhung in der Entladungsfrequenz, um den gewünschten Zusammenhang zwischen den einzelnen Wellenzügen herbeizuführen. Der durch den Funken in  $x-y$  erzeugte Schall hat den gleichen Ton wie der Funke  $S$  im sekundären Schwingungskreis.

Es ist selbstverständlich, daß, wenn die Strecke  $x-y$  in der beschriebenen Art arbeiten soll, ihre Elektroden gegen Überhitzung geschützt werden müssen, damit die Erzeugung von heißen Gasen die Strecke nicht permanent leitend erhalte. Besonders bei Anwendung vieler primärer Schwingungskreise, welche einen großen Ladestrom bedingen, und wo  $x-y$  sehr kräftigen Schwingungen ausgesetzt ist, welche die Elektroden dieser Strecke stark erhitzen, ist es besser, wenn man zwischen den freien Platten oder Belegungen der Kapazitäten  $c_1, c_2 \dots c_n$  und ihrem Speiseleiter an  $x-y$  ähnliche Hilfsfunkenstrecken einschaltet ( $x_1, x_2, x_n$ , Fig. 4).

Solange als ein primärer Funke anhält, induziert sein wechselndes Potential alle Kapazitäten, aber sobald diese starke Schwingungsquelle aufhört, streben die Strecken  $x_1, x_2, x_n$  danach, die Stromzuführung zu ihren Kapazitäten zu hindern, und zwar ist dies hauptsächlich der Fall für diejenige Kapazität, die am stärksten geladen ist, da ihr Ladestrom bereits von selbst im Aufhören sich befindet. Die am stärksten geladene Kapazität wird also zuerst durch  $x_1, x_2$  oder  $x_n$  isoliert, und daher wird die Entladung auch zuerst durch die ihr entsprechende Funkenstrecke  $s$  stattfinden.

Allgemein gefaßt, der Zweck des vermittels

parallel geschalteter Widerstände und Funkenstrecken erhaltenen Funkenkreises ist die Erzeugung unbegrenzter Quantitäten von Schwingungsenergie, ohne die Funkenstrecken zu überhitzen, und ohne viel Energie in den Widerständen zu verlieren.

Aus Vorhergehendem ergibt sich, daß die primären Funken eines Funkenkreises und diese Kreise ohne Zeitintervalle ununterbrochen aufeinanderfolgend erzeugt werden können, so daß dadurch in der Sekundärleitung ein ununterbrochener Wellenzug hervorgerufen wird, welcher in seiner Weite um so konstanter ist, je kleiner die Dämpfung im Sekundärkreis ist.

Welches auch das Dämpfungsvermögen des Sekundärkreises sei, z. B. das große einer mächtigen Luftleitung, fähig, alle Energie eines jeden primären Funkens sofort abzugeben, genügt es für drahtlose Telephonie, daß die Funkenperioden in jedem Kreis und die Aufeinanderfolge dieser Kreise oberhalb der hörbaren Töne liegen.

Praktische Vorteile sind in der drahtlosen Telegraphie erhältlich, wenn die Funkenentladungen eines Kreises ununterbrochen gemacht und zwischen den Kreisen Zeitintervalle gelassen werden. Es werden dadurch in der Sekundärleitung Gruppen von bereits konstanten Wellenzügen erhalten.

#### PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Erzeugung ununterbrochener Wellenzüge mittels primärer Funkenkreise, dadurch gekennzeichnet, daß diese Schwingungskreise vermittels parallel geschalteter Widerstände und Funkenstrecken dadurch ununterbrochen aufeinanderfolgend

erregt werden, daß ein allen Schwingungskreisen gemeinsamer Kondensator ( $c_0$ ) über die parallel geschalteten Widerstände ( $r_1, r_2 \dots$ ) immer rasch wieder geladen wird, während das Laden des zu jedem Schwingungskreis gehörenden Kondensators nur über den betreffenden Widerstand und daher wesentlich langsamer erfolgt, so daß die Funkenkreise nacheinander zur Wirkung kommen.

2. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch mehrere Kapazitäten, welche alle eine gemeinschaftliche Belegung haben, und von welchen die eine mit ihrer freien Belegung an den einen Pol der elektrischen Speiseleitung und an eine Primärspule eines Transformators geschaltet ist, während alle anderen mit ihren freien Belegungen vermittels gleich großer Widerstände an den anderen Pol der Speiseleitung angeschlossen sind, wobei gleichartige Funkenstrecken zwischen jeder der letztgenannten Kapazitäten und der erstgenannten angeordnet sind, so daß diese letztere Kapazität und die Primärspule an allen Schwingungen, die durch die aufeinanderfolgenden Entladungen an den Funkenstrecken erzeugt werden, teilnehmen und die Sekundärspule beständig induziert wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die Anordnung von Hilfsfunkenstrecken zwischen den freien Belegungen der Kapazitäten und den Verbindungspunkten dieser mit der Speiseleitung, um zeitliche Unterbrechungen der Funkenkreise zu vermeiden und so einen ununterbrochenen sekundären Wellenzug zu erhalten.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

Fig. 1.

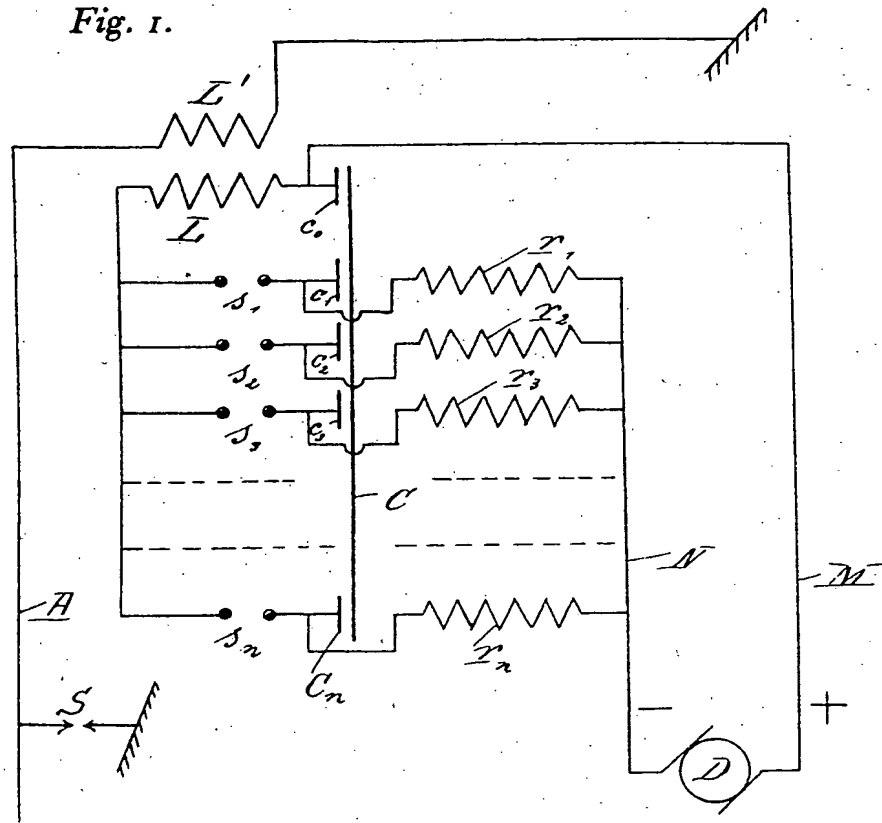
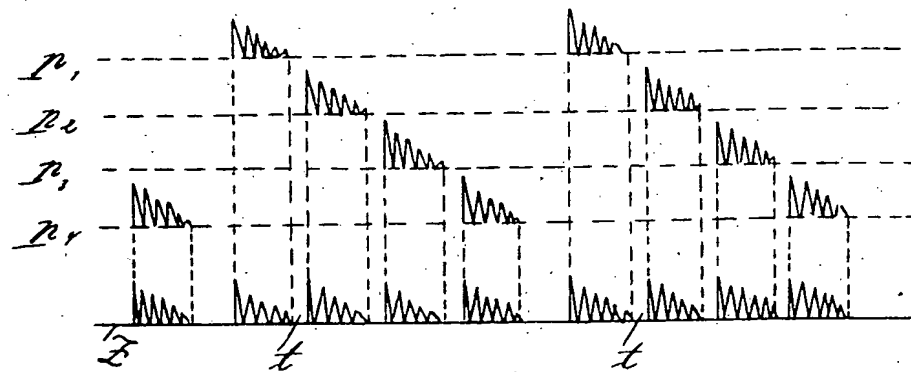


Fig. 2.



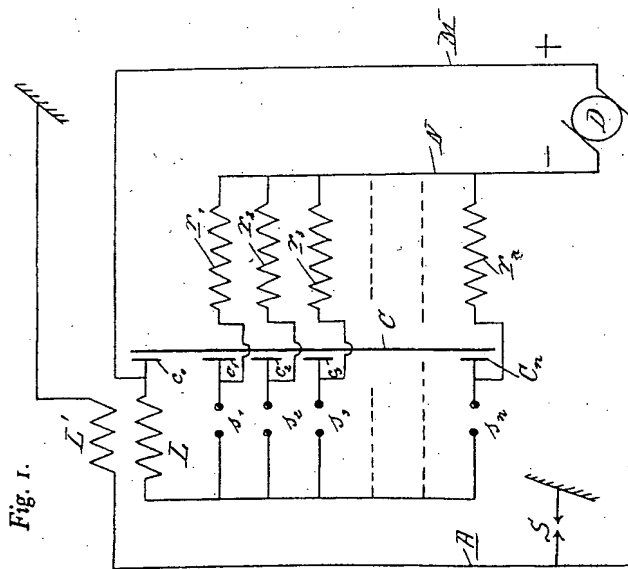


Fig. 3.

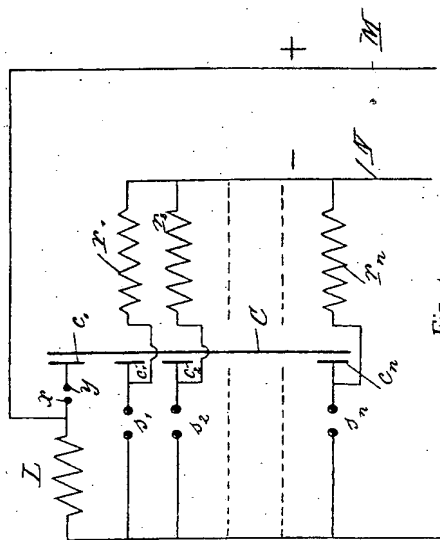


Fig. 4.

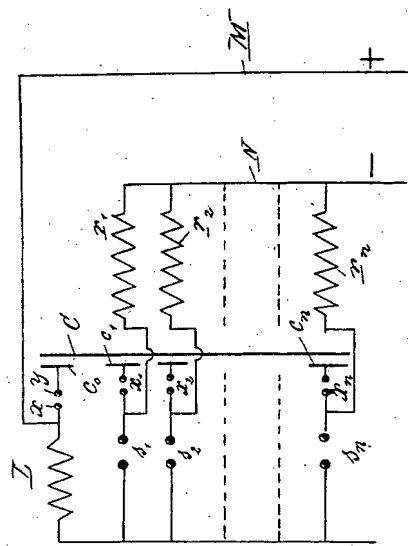


Fig. 2.

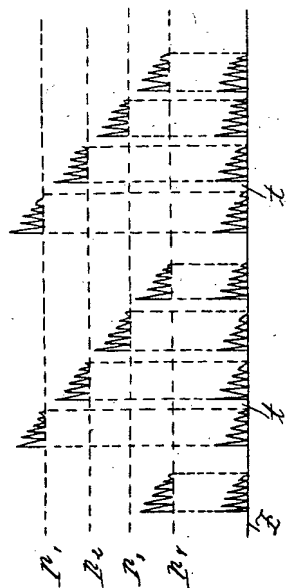


Fig. 3.

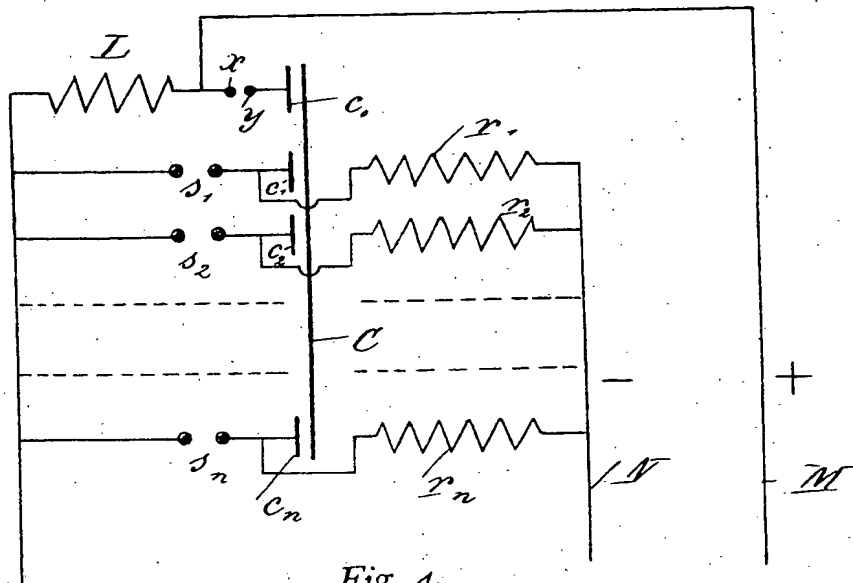


Fig. 4.

